

ANKARA ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ



BİTİRME PROJESİ ÖN ARAŞTIRMA RAPORU

3D Reconstruction using Drones

**Ömer Mert Erdal
18290739**

**Alperen Yılmaz
18290071**

05.07.2021 – 27.09.2021

Danışman : Gazi Erkan Bostancı

ÖZET

Bu rapor Ankara Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği öğrencileri Ömer Mert Erdal ve Alperen Yılmaz tarafından bitirme projesi için ön araştırma raporu olarak hazırlanmıştır. Rapor “3D Reconstruction using Drones” yani drone kullanarak 3 boyutlu yeniden yapılandırma konusu anlatılmakta ve nasıl gerçekleştirileceğine yönelik yol gösterilmektedir.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	1
İÇİNDEKİLER	2
1. GİRİŞ	3
2 . Literatür Taraması	3
2.1. ARES: Accurate, Autonomous, Near Real-time 3D Reconstruction using Drones..3	
2.2. Annotated Reconstruction of 3D Spaces Using Drones	4
2.3. Fotogrametrik Harita ve LiDAR Verileri ile 3B Kent Modeli Üretimi	4
2.4. LiDAR verilerinin CSF algoritmasıyla filtrelenmesi ve Sayısal Arazi Modeli üretimi	5
2.5. İHA ve yersel fotogrametrik veri füzyonu ile kültürel mirasın 3 boyutlu (3B) modelleme uygulaması: Kanlıdivane Örneği	6
2.6. İHA ve Yersel Fotogrametrik Teknikler Kullanarak Aksaray Kızıl Kilise'nin 3 Boyutlu Nokta Bulutu ve Modelinin Üretilmesi	7
2.7. İNSANSIZ HAVA ARACI KULLANILARAK ANTİK KENT VE TARİHİ KERVAN YOLUNUN FOTOGRAMETRİK BELGELENMESİ: SARIHACILAR ÖRNEĞİ	7
3. Materyal-Yöntem Seçimi	8
3.1. Fotogrametri ve LiDAR Karşılaştırması	8
3.1.1. Fotogrametri Nedir? Nasıl Çalışır?	8
3.1.2. LiDAR Nedir? Nasıl Çalışır?	9
3.1.3. Doğruluk kıyaslaması	10
3.1.4. Maliyet karşılaştırması	11
3.2. SLAM	11
3.2.1. Görsel SLAM nedir?	11
3.2.2. LiDAR SLAM nedir?	12
3.2.3. SLAM kullanmanın faydaları nelerdir?	12
3.3. Simülasyon Ortamları	12
3.3.1. ROS Nedir	12
3.3.2. Gazebo Nedir	13
3.3.3. Airsim Nedir	13
3.3.4. OpenCV Nedir	13
4. Yapılan Çalışmalar	14
5. Çalışma Planı	20
Kaynakça	21

1. Giriş

Nesnelerin 3D rekonstrüksiyonu, Bilgisayar Destekli Geometrik Tasarım (CAGD), bilgisayar grafikleri , bilgisayar animasyonu , bilgisayarla görme , tıbbi görüntüleme , hesaplamalı bilim , sanal gerçeklik , dijital medya gibi çok çeşitli alanların genel olarak bilimsel bir problemi ve temel teknolojisidir. [1]

3 Boyutlu Yeniden Yapılandırma temel olarak nesnelerin görünümünü yakalama işlemidir. 3B verileri öğrenmek, saklamak ve görsel olarak daha iyi hale getirebilmek için bu bilgilerden faydalanırız. Bu işlem pek çok yöntemle yapılabilir. 3 Boyutlu Yeniden Yapılandırma alanında kabul gören 2 ana yaklaşım bulunmaktadır. Bunlar derinlik tabanlı yöntemler kullanan LIDAR sistemleri veya fotogrametri ve bilgisayar görüşü yöntemleri kullanılan görüntü bazlı yeniden yapılandırma yöntemleridir. [2] İki yöntemde de yapılan işlemin amacı hedeften yararlanarak bilgisayar ortamına yeterli sayıda nokta kümesi toplamak ve bu toplanan noktalardan faydalanarak hedefi bilgisayar ortamında yeniden oluşturmak olmakla beraber çalışma prensibi açısından temel farklılıklara sahiptir.

2 . Literatür Taraması

2.1. ARES: Accurate, Autonomous, Near Real-time 3D Reconstruction using Drones

Bu çalışmada amaç büyük 3 boyutlu yapıların insan müdahalesi olmadan gerçek zamanlıya yakın bir sürede modellenmesini sağlamaktır. Modelleme çalışmalarında lidar kullanılan sistemlerde toplanan verilerin birleştirilebilmesi için referans noktalar alınması gerekmektedir ve bu referans noktaların kalitesi modelin sonuç kalitesini önemli şekilde etkilemektedir. Bu problemin çözümü için SLAM algoritmaları alternatif olmaktadır. Bu algoritmalar art arda toplanan lidar verileri için eşleştirmeler sağlayarak tüm verilerin başlangıç koordinatlarına göre hizalanması sağlanmaktadır.

Ama SLAM algoritmaları uzun uçuşlarda veya uçuş planının optimal olmadığı durumlarda iyi çalışmamaktadır. Bu problemlerin çözümü için ARES sistemi önerilmiştir. ARES sistemi öncelikle yüksek irtifadan hızlı bir uçuş yaparak hedefin sınırlarını tespit eder. Bu sayede rota hesaplanırken hedefin dışındaki öğelere

minimum zaman harcanır. Daha sonra bir uçuş planı oluşturulur ve SLAM algoritmalarıyla veri toplanır fakat buradaki farklılık uçuşlar sırasında SLAM algoritmalarında oluşan kaymaların uçuş sırasında tespit edilerek rotanın yeniden ayarlanmasını sağlar. Son olarak bu uçuş sırasında toplanan verilerin işlenmesi iha üzerinden alınarak kablosuz bağlantı üzerinden uzaktaki sunuculara yönlendirilir bu sayede hesaplama donanımının iha üzerinde yük oluşturmamasının önüne geçilir ayrıca sunucularda iha üzerinde taşınacak donanımdan çok daha güçlü donanımlarla işlemler yapılabilirdiği için verilerin modele dönüştürülmesi gerçek zamana yakın hızlarda başarabilmiştir.[3]

2.2. Annotated Reconstruction of 3D Spaces Using Drones

Bu çalışmada ana odak 3 boyutlu uzayların 2 boyutlu görsellerden modellenen ortamdaki nesnelerin etiketlenmesi problemine Faster RCNN nöral ağ yönteminin kabul edilebilir bir doğrulukla iha donanımında çalışabilecek kadar optimize bir versiyonu ile çözüm oluşturmaktır. Nöral ağ sayesinde ortamdaki nesneler ayırt edilebilmektedir. Nesneleri ayırt edilmiş ortam üzerinde 3d modelleme algoritması çalıştırılmıştır. Bu sayede modellenen ortamdaki nesneler etiketlenmiştir.[4]

2.3. Fotogrametrik Harita ve LiDAR Verileri ile 3B Kent Modeli Üretimi

3 boyutlu kent modellerinin standartlaşması için CityGML standartları geliştirilmiş. CityGML standartlarına göre, modellemeler özelliklerine göre beş ayrıntı düzeyinde (LoD) tanımlanmış. Bu çalışma, LoD2 yani çatı yapıları dahil bina modelini baz alarak hazırlanmış. Bu standartlar sayesinde modellerin farklı platformlara aktarılabilmesine olanak sağlanmış. Google Earth, BingMaps vb. servisler buna örnek olabilir fakat bu servisler LoD1, LoD2 gibi kaba bir ayrıntı düzeyinde kalmış.

Bu çalışmada, İstanbul'un Beyoğlu ilçesi Tophane ve Karaköy semtleri içerisinde bir alanda ArcGIS ve CityEngine yazılımları kullanılarak 3B kent modeli elde edilmiş. Bu model fotogrametrik ve hava LiDAR verileri yardımıyla Sayısal Yükseklik Modeli ve Sayısal Yüzey Modeli oluşturulup bunlardan yararlanılarak üretilmiş.

Modeli üretimi için prosedürel modelleme yaklaşımı izlenmiş. Prosedürel modellemede binalar için önce dış hatlar yani dış cephe yapılandırmaya başlar daha sonra pencereler, kapılar için ayrıntılar eklenir.

3B modelleri oluşturmak ve yönetmek için CityEngine, ESRI, Infrastructure Design Suite, Autodesk, Bentley Map, Bentley ve GeoMedia 3D Hexagon Geospatial gibi farklı araçlar kullanılmaktadır. Bu çalışmada model üretimi için CityEngine yazılımı kullanılmış. CityEngine, coğrafi verileri kullanarak bütün bir şehri modelleyebilen ve kullanıcı dostu bir sistemdir. Kentsel ortam sıfırdan oluşturulur. Modeli oluşturan bitki örtüsü, sokak görünümü ile kent alanına bilgi eklemek SYM, 3B model vb. ile başlanır. En son estetik unsurlar eklenir.

[3B model sayısal fotogrametrik verilerinden elde edilen binalar, ağaçlar, deniz yüzeyi; LiDAR verilerinden üretilen SYM, YM, ortofoto; ArcGIS'in sağladığı topografik harita ve Open Street Map (OSM) veri sağlayıcısından elde edilen yol verileri kullanılarak üretilmiştir. İlk olarak çalışma alanında bulunan objeleri içerecek şekilde ArcGIS ortamında oluşturulan veri tabanı CityEngine yazılımına aktarılmış ve CityEngine'in CGA (Computer Generated Architecture) tabanlı kural dosyalarından (rule file) yararlanarak bina ve ağaçların 3 boyutlu modelleri elde edilmiştir. Bu modellere deniz yüzeyi ve OSM'den indirilen yol verileri eklenerek 3B kent modeli üretimi tamamlanmıştır. Binalara çatı ve yüz modelleme uygulamaları gerçekleştirilerek kent modeli estetik olarak gerçekçi bir görünüme kazandırılmıştır. Ve son olarak çalışmanın son kullanıcılarla paylaşılması için City Engine – Web Scene, Google Earth ve Web Viewer gibi ortamlara farklı LoD düzeylerinde aktarılmıştır.] [5]

2.4. LiDAR verilerinin CSF algoritmasıyla filtrelenmesi ve Sayısal Arazi Modeli üretimi

LiDAR verisi bir nokta kümesidir. Bu kümenin içerisinde yer yüzeyini ve objeleri temsil eden noktalar bulunur. Bu kümedeki noktalardan yer yüzeyini temsil eden noktaların, diğer cisimleri temsil eden noktalardan ayrılması işlemine filtreleme denir.

Bu çalışmada da LiDAR ile elde edilmiş nokta kümesinden CSF algoritması kullanılarak yer yüzeyi filtrelenmiş bu sayede Sayısal Arazi Modeli olarak

adlandırılan veri üretilmiştir. Üretilen bu sayısal arazi modeli 3B haritalandırmada kullanılan temel bir bileşendir. Arazi modeli nokta tabanlı ve görüntü tabanlı karşılaştırılmıştır. Karşılaştırılma sonucunda nokta tabanlı filtreleme işlemi %85 üretici doğruluğuna sahip olduğu belirtilmiştir. Görüntü tabanlıda karşılaştırma sonucu ise kullanılan arazi modeli ve üretilen model arasındaki korelasyon yaklaşık %98 olarak hesaplandığı belirtilmiştir. Ek olarak yükseklik bilgisinin güvenilirliği için hesaplanan karesel ortalama hata 11 cm olarak bulunduğu söylenmiştir. Daha sonra da hesaplamalarda kullanılan mantık basit olarak açıklanmıştır. İstanbul büyükşehir belediyesinden alınan veri seti kullanılmıştır. Farklı tipte ağaç ve yerleşim yeri bulun bir alanda yapılmıştır. Sonuç olarak CSF algoritması %85 doğruluğa ulaşırken kalite değeri olarak %62 de kalmıştır. Bu durum sebep olarak yer yüzeyi olmayan düşük yükseklikli objeleri de yer noktası olarak kabul etmesinden kaynaklandığı belirtilmiştir.[6]

2.5. İHA ve yersel fotogrametrik veri füzyonu ile kültürel mirasın 3 boyutlu (3B) modelleme uygulaması: Kanlıdivane Örneği

Bu çalışmada Fotogrametri tekniği kullanılmıştır. Hem yerden elde edilen resimler ile fotogrametri hem de İHA fotogrametrisi tekniği kullanılarak çalışmalar yapılmıştır. İki teknik kullanılarak veriler birleştirilmiş ve Kanlıdivane sarayı fotogerçekçi doku kaplanarak 3B yüzey modellemesi gerçekleştirilmiştir.

Ölçülen kontrol noktalarının hesaplanması ve hazır hale getirilmesi için Netcad yazılımı kullanılmıştır, fotogrametrik değerlendirme için Agisoft Photoscan yazılımı kullanılmıştır, yerden ve havadan çekilen fotoğraflardan üretilen verilerin birleştirilmesi için Cloud Compare yazılımı kullanılmıştır. Fotogrametrik blok dengelemesi için Hareket Tabanlı Yapısal Algılama (Structure from Motion) tekniği kullanılmıştır. SfM tekniği ile oluşturulan modellerin gerçeğe yakın ölçüm için uygun olduğu bulunmuştur.

Elde edilen modellerin karesel ortalama hataları 1.306 cm, yersel fotogrametri veri füzyonu 1.330 cm, İHA fotogrametrisi veri füzyonu 1.373 cm olarak hesaplanmıştır. [7]

2.6. İHA ve Yersel Fotogrametrik Teknikler Kullanarak Aksaray Kızıl Kilise'nin 3 Boyutlu Nokta Bulutu ve Modelinin Üretilmesi

Aksaray ili içinde bulunan Kızıl Kilise'nin 3B modellenmesi İHA görüntüleri ve fotogrametri tekniği kullanılarak yapılmış. Proje şu 3 aşamadan oluşuyor; verilerin Photomodeler UAS yazılımında değerlendirilmesi, verilerin Agisoft Photoscan yazılımında değerlendirilmesi ve doğruluk analizi.

İlk olarak Photomodeler yazılımına çekilen fotoğraflar ve detay noktası olarak adlandırılan veriler tanıtılmış. Bu detay noktaları fotoğraflar üzerinde manuel olarak işaretlenmiş ve birleştirilmiş. Ardından dengelenme işlemi yapılmış ve 3B iskelet elde edilmiş. Sonra bu modele çekilen fotoğraflardaki yüzeyler giydirilmiş ve 3B model oluşmuş.

Agisoft PhotoScan yazılımı Hareket ile Nesne Oluşturma (Structure from Motion-SFM) tekniğini kullanmaktadır. SFM tekniği nesnenin farklı açılardan çekilmiş çok sayıda fotoğrafını alıp nesneyi sanal ortamda 3B olarak modelleme yöntemidir. SFM yöntemi ile model geometrisi, kamera pozisyonu ve oryantasyon bilgisi aynı anda otomatik olarak hesaplanır.

Ortalama konum hatasını; Photomodeler yazılımında ± 20.4 mm ve Agisoft yazılımında ± 17.1 mm bulunmuş.[8]

2.7. İNSANSIZ HAVA ARACI KULLANILARAK ANTİK KENT VE TARİHİ KERVAN YOLUNUN FOTOGRAMETRİK BELGELENMESİ: SARIHACILAR ÖRNEĞİ

Bu çalışma Antalya İli, Akseki ilçesi Sarıhacılar Köyü arasındaki kervan yolu ve Sarıhacılar kentsel sit alanında yapılmış. İHA ile elde edilen görüntüler SMF algoritması ile işlenmiş, ortofoto görüntüsü ve sayısal yükseklik modeli üretilmiş. Sistemin doğruluğu geleneksel yöntemlerle ölçülerek test edilmiş. İHA fotogrametri yönteminin yeterli hassaslık ve detaylı 3B modelleme için uygun olduğu sonucuna varılmış.[9]

3. Materyal-Yöntem Seçimi

3.1. Fotogrametri ve LİDAR Karşılaştırması

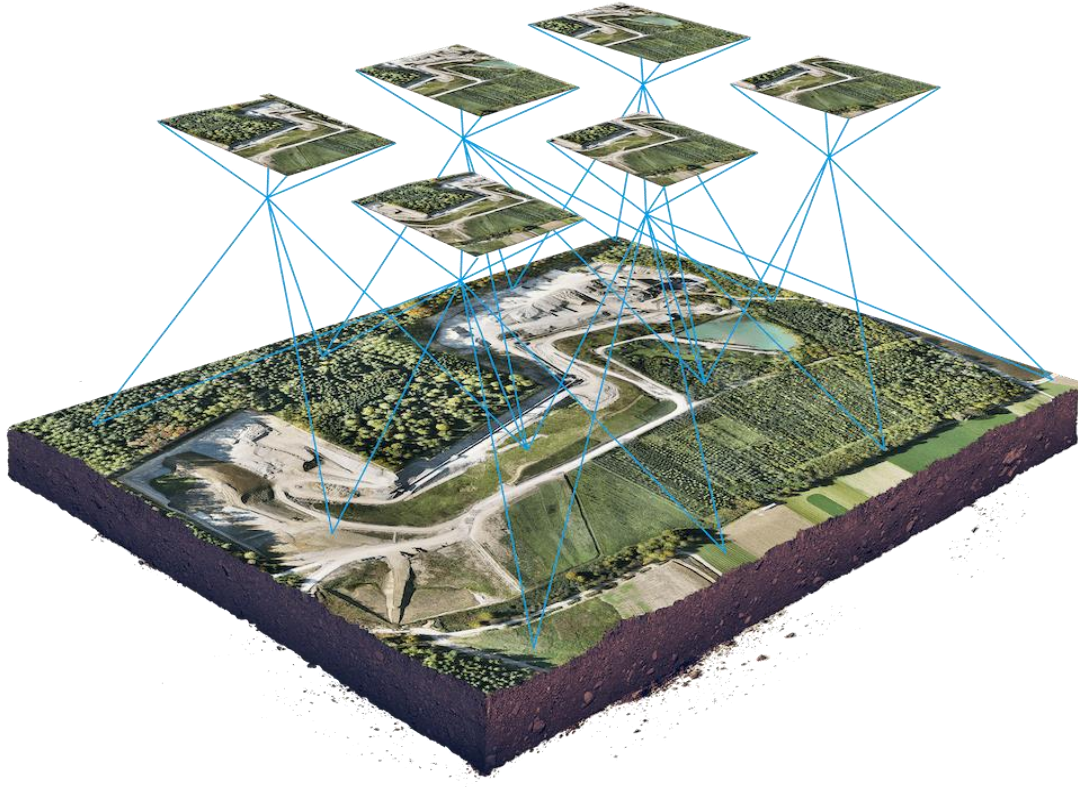
Fotogrametri ve LİDAR ın üç boyutlu çıktılar üzerindeki farklarını 4 başlık altında inceleyeceğiz:

1. Fotogrametri nedir? Nasıl çalışır?
2. LİDAR nedir? Nasıl çalışır?
3. Doğruluk kıyaslaması
4. Fotogrametri ve LIDAR maliyet karşılaştırması

3.1.1. Fotogrametri Nedir? Nasıl Çalışır?

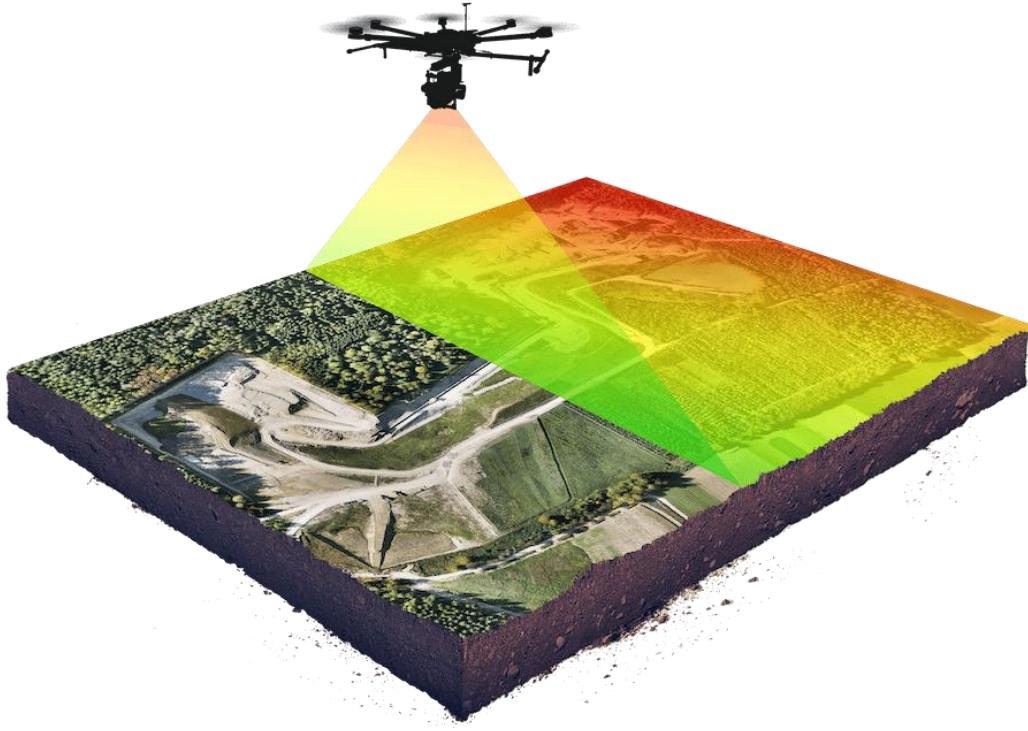
Fotogrametri, tanımsal olarak belirli bir alan veya bir cisim üzerindeki yüksek çözünürlüklü fotografik görüntüleri kullanarak bu nesnenin ölçme ve yorumlama sürecine yardımcı olacak bilgi edinme teknolojisidir.

Bu proje için ise bir drone aracılığıyla, bir alan üzerinde çok sayıda fotoğraf ile alanı farklı bakış noktalarından görüntülememizi sağlayacak şekilde fotoğraflar elde etmemiz gerekmektedir. İnsan beynindeki derinlik algısını sağlamak için gözlerin gelen bilgiyi kullanmasına benzer şekilde, fotogrametri de 3b bir harita oluşturmak için görüntülerdeki bu çoklu bakış açılarını kullanır. Bu sayede haritadaki her bir nokta ölçülerek çeşitli özelliklerin elde edilmesine olanak sağlar. Elde edilen 3B nokta bulutunun daha kolay yorumlanabilmesini sağlar.[10]



3.1.2. LIDAR Nedir? Nasıl Çalışır?

LIDAR(light detection and ranging), lazer darbeleri kullanılarak bir nesne veya bir yüzeyin uzaklığını ölçmeye yarayan teknolojidir. Bir LIDAR sensörü, lazer ışığı atımları gönderir ve bu atımların yüzeyden sekerek geri dönmeleri için geçen süreyi ölçer. Bu ışıklardan yansıyanlar kullanılarak cisme ait mesafe bilgisinin elde edilmesi prensibiyle çalışır. Aynı zamanda bu yansımanın yoğunluğunu da ölçer. Lazer ışınları kullandığı için sürekli hareket halinde çalışmaya ihtiyaç duyar. Etrafını sürekli tarar ve çok sayıda lazer ışını göndererek, milyonlarca noktadan oluşan bir nokta bulutu meydana getirir. Lidar kullanan yeniden yapılandırma yöntemlerinde veri olarak tarayıcının konumuna göre belirli uzaklıklarda noktalar oluşur ve bu noktaların kümelenmesi sonucu hedefin yeniden yapılandırılması gerçekleştirilir.[11]



3.1.3. Doğruluk kıyaslaması

Gördüğümüz gibi, fotogrametri ve hava LIDAR, yerdeki noktaların kaydedilme biçiminde farklılık gösterir. Bu, nihai nokta bulutu doğruluğunu doğrudan etkiler ve özellikle yoğun orman gölgeliklerinden arındırılmış alanların yatay doğruluğu için fotogrametrinin hava LIDAR'ından açıkça daha iyi performans gösterdiğini göreceğiz. [10]

Hassasiyet açısından Lidar bazlı sistemler fotogrametri bazlı sistemlere göre daha üstün performans göstermekle beraber lidar sistemleri özel kurulumlar gerektirmekteyken günümüzde neredeyse bütün telefonlarda kamera bulunması görüntü bazlı yeniden yapılandırma yöntemlerini çok daha erişilebilir kılmaktadır. [12] Fakat geniş alanların yeniden yapılandırılması için hava araçları kullanılan senaryolarda kamera tabanlı sistemler lidar kullanan sistemlere göre performans açısından yetersiz kalmaktadır.

3.1.4. Maliyet karşılaştırması

Çoğu durumda, tek başına bir LİDAR sensörü, tüm fotogrametri veri toplama sisteminin maliyetine rakip olacaktır. Hassas coğrafi konumlu lazerler, kameralardan daha pahalıdır. Bu nedenle, LIDAR'a yapılan yatırımın en iyi karar olduğundan emin olmak için mevcut ve gelecekteki uygulamalarınızı değerlendirmek çok önemlidir.[10]

Fotogrametri kullanan drone sistemleri uygun maliyetlidir. Verileri nerede ve ne zaman elde edeceğiniz konusunda esneklik sağlar. Bu yüzden daha kullanışlıdır diyebiliriz.

3.2. SLAM

Eş Zamanlı Konum Belirleme ve Haritalama (Simultaneous Localization and Mapping) SLAM problemi kısmen bilinen ya da hiç bilinmeyen bir ortamda eş zamanlı olarak haritalama ve konum belirlemenin yapılması olarak tanımlanır. [13]

Günümüzde SLAM teknolojisi birçok alanda kullanılmaktadır. Hava veya yer altı ortamları daha iyi anlamak ve haritalamak için oldukça kullanışlıdır. Sensörler yardımıyla, görsel verileri veya görünmeyen veri kaynaklarını ve temel konumsal verileri kullanabilir. Cihaz bulunduğu yerin en iyi tahminini hesaplar ve her birkaç saniyede bir yeni konum bilgisi toplandığından, özellikler düzenlenir ve tahmin daha iyi hale getirilir.

3.2.1. Görsel SLAM nedir?

vSLAM olarak da bilinen Visual SLAM, bir kameradan yalnızca görsel girdileri kullanarak aynı anda ortamın haritasını çıkarırken bir cihazın çevresine göre konumunu ve yönünü hesaplar.

vSLAM tipik olarak, kameranın 3B konumunu üçgenlemek için ardışık kamera çerçeveleri aracılığıyla ilgi çekici noktaları izler, bu bilgi daha sonra bir 3B harita oluşturmak için kullanılır. [14]

3.2.2. LiDAR SLAM nedir?

LiDAR tabanlı bir SLAM sistemi, ortamının 3 boyutlu bir haritasını oluşturmak için bir lazer sensörü kullanır. LiDAR (Işık Algılama ve Menzil), bir nesneye olan mesafeyi (örneğin, bir duvar veya sandalye ayağı) aktif bir lazer "darbesi" kullanarak nesneyi aydınlatarak ölçer.

LiDAR hem hızlı hem de doğru bir yaklaşımdır ve çok çeşitli ortam ve koşullarda kullanılabilir. [14]

3.2.3. SLAM kullanmanın faydaları nelerdir?

SLAM tabanlı sistemler hareket halindeyken en iyi performanslarını gösterirler. Bir SLAM mobil haritalama sistemi ile, hareket halindeyken dijital bir harita oluşturan bir ortamda gezmek, zahmetli kurulumları denklemden çıkararak zamandan ve paradan tasarruf etmek mümkündür. SLAM tabanlı mobil haritalama sistemleri, ölçme sürelerini kısaltır ve veri elde etmede 10 kat daha hızlı olabilir. [14]

3.3. Simülasyon Ortamları

3.3.1. ROS Nedir

Ros açılımı Robot Operating System olan ve robotların kontrol edilmesini sağlayan bir yazılımdır.

Sensörlerden alınan verilerin işlenmesi veya robotun komutları yerine getirmesi gibi işlemlerin yapılabilmesine olanak sağlar. ROS düğüm denilen yapılar içerir ve yapılmak istenen işlemler birbirinden bağımsız düğümler halinde sisteme entegre edilir. Düğüm yapısının diğer bir avantajı da farklı programlama dilleriyle yazılmış düğümlerin birbiriyle entegre çalışmasına izin vermesidir.

Ros publish-subscribe mesajlaşma modeli kullanarak düğümler arasında iletişim kurar.[15]

3.3.2. Gazebo Nedir

Bir veya birden fazla robotun 3 boyutlu ortamda simüle edilebilmesini sağlayan açık kaynaklı bir simülasyon ortamıdır. Kullanıcıların kendi robotlarını tasarlamasına izin verdiği gibi önceden hazırlanmış robotların kullanılmasına da izin verir. Ayrıca kullanılan robotlar sensörler içerebilir ve bu sensörlerin gerçek hayata yakın şekilde simüle edilmesi sağlanabilir. Gazebo'nun en büyük avantajlarından birisi ROS ile entegre çalışarak robotun üzerinde çalışacak yazılımla birlikte simüle edilmesine izin vermesidir. Bu sayede simülasyon ortamında gereklilikleri sağlayan robotların gerçek hayata geçirilmesi kolaylaşmaktadır.[16]

3.3.3. Airsim Nedir

Airsim dronlar ve araçlar gibi şeyleri simüle etmek için yapılmış bir simülasyon ortamıdır. Microsoft tarafından açık kaynaklı olarak geliştirilmiştir ve Gazebonun aksine Windows ortamında çalışabilmektedir. Gazebodan ayrıldığı bir diğer temel fark ise Unreal Engine adlı oyun motoru üzerine kurulmuştur. Ayrıca Gazebo gibi Airsim de ROS ile entegre çalışabilmektedir.[17]

3.3.4. OpenCV Nedir

OpenCV açık kaynaklı bir bilgisayarlı görü kütüphanesidir. 2000 yılından beri BSD açık kaynak lisansı altında yayınlanmıştır ve bilgisayarlı görü problemlerini çözmek için gerekli araçları sağlamayı amaçlar. Temel görüntü işleme fonksiyonlarından yüz tanıma, özellik eşleştirme ve görüntü takibine kadar bir çok alanda algoritmalar ve fonksiyonlar içerir. [18]

Büyük çoğunlukla C++ programlama dili ile birlikte kullanılsa da Python, C gibi diğer diller için de destek vermektedir. Asıl odağı gerçek zamanlı uygulamalardır bu da onu kamera taşıyan araçlarda kullanmak için ideal kütüphanelerden biri yapar.[19]

4. Yapılan Çalışmalar

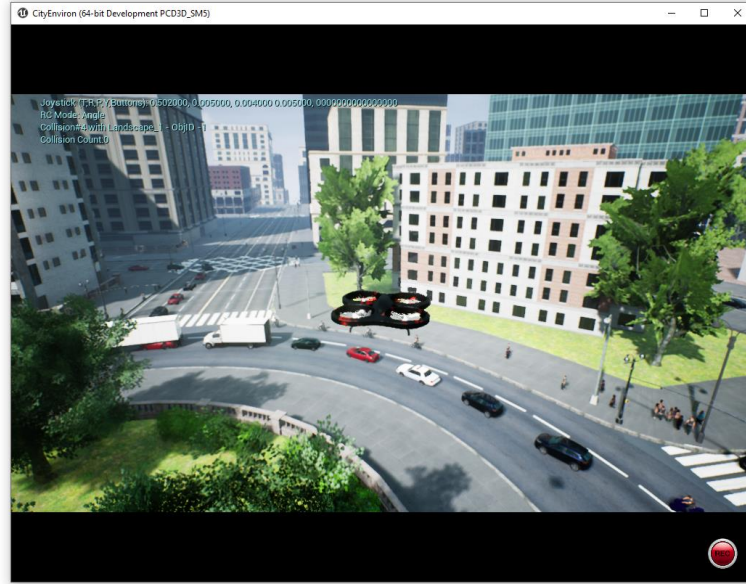
Yapacağımız çalışmayı Airsim ortamında denemeye kararlaştırdık. Airsim simülasyon ortamında bir Drone'u elimizle uçurduk ve dronun üzerindeki kameranın farklı modlarına erişim sağladık. Bunu yaparken izlediğimiz adımlar aşağıdaki kod parçaları ve resimler üzerinden açıklanmıştır

```
1 # In settings.json first activate computer vision mode:
2 # https://github.com/Microsoft/AirSim/blob/master/docs/image\_apis.md#computer-vision-mode
3
4 import setup_path
5 import airsim
6
7 # requires Python 3.5.3 :: Anaconda 4.4.0
8 # pip install opencv-python
9 import cv2
10 import time
11 import sys
12
```

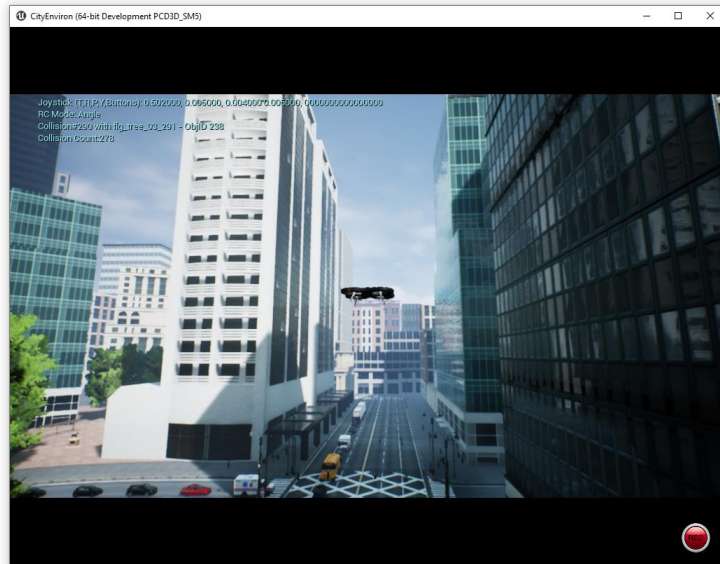
Airsim API'lerini kullanmak için airsim python kütüphanesini, kamera görüntülerini gerçek zamanlı görüntülemek için OpenCV kütüphanesini kullandık

```
15 cameraType = "normals"
16 for arg in sys.argv[1:]:
17     cameraType = arg.lower()
18
19 cameraTypeMap = {
20     "depth": airsim.ImageType.DepthVis,
21     "segmentation": airsim.ImageType.Segmentation,
22     "seg": airsim.ImageType.Segmentation,
23     "scene": airsim.ImageType.Scene,
24     "disparity": airsim.ImageType.DisparityNormalized,
25     "normals": airsim.ImageType.SurfaceNormals
26 }
27
28 if (cameraType not in cameraTypeMap):
29     print("Lutfen gecerli bir kamera tipi seciniz")
30     sys.exit(0)
31
```

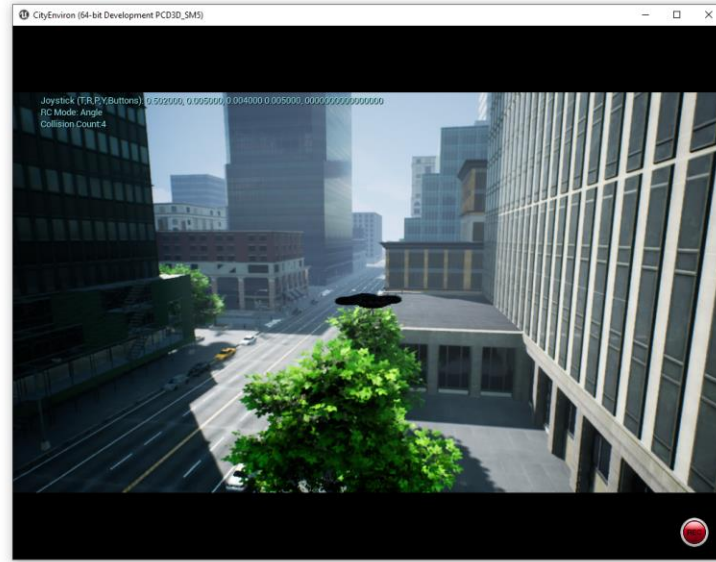
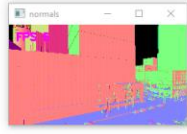
Airsim kamerası birden fazla mod sunmaktadır. Bunlar derinlik, segmentasyon, sahne, yüzey normalleri ve uyumsuzluk kamerasıdır.



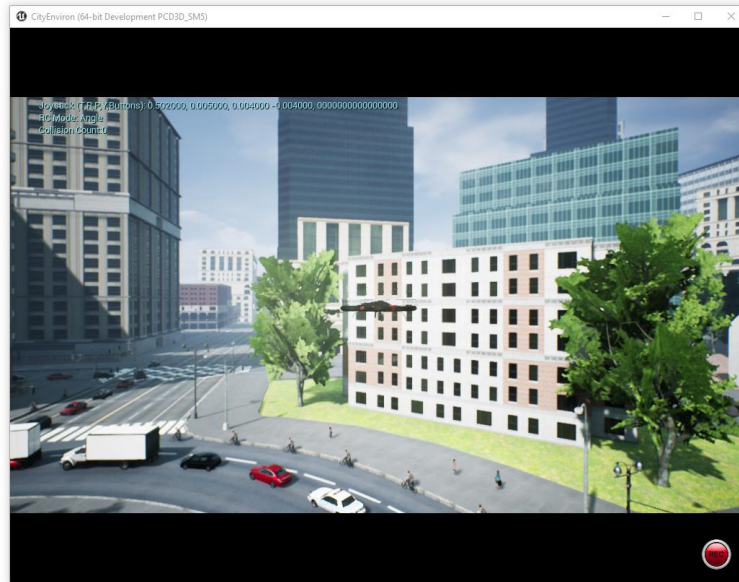
Sahne kamerası görüş alanındaki sahneyi olduğu gibi gösterir.



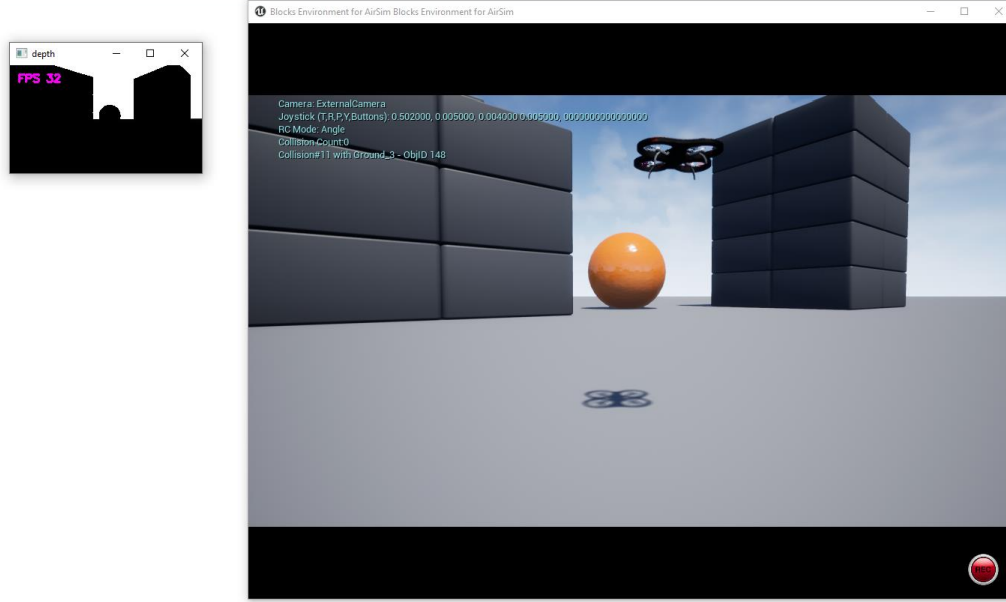
Derinlik kamerası cisimlerin kameraya olan mesafesine göre görüntü oluşturur.



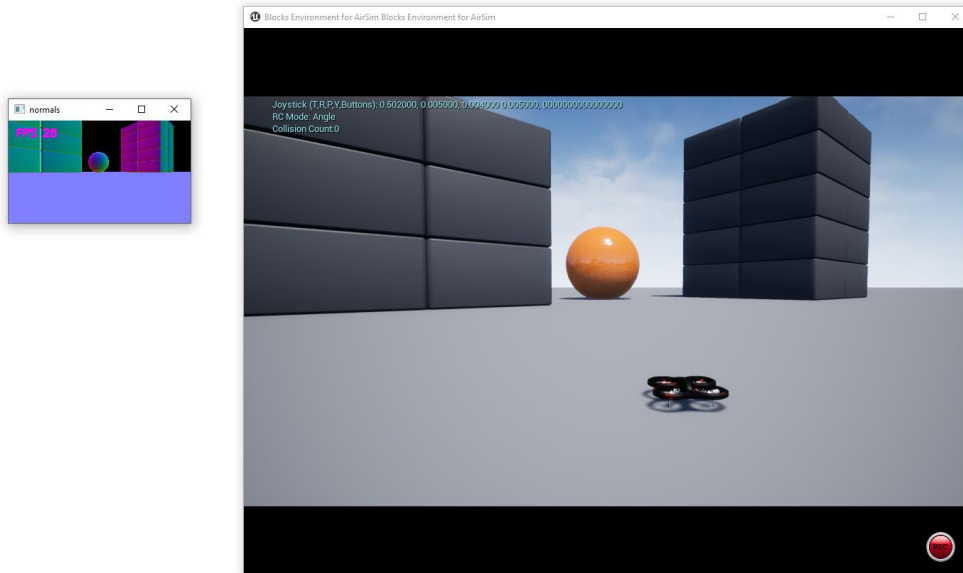
Yüzey normalleri kamerası görüş alanındaki cisimlerin yüzey normallerini belirtir.



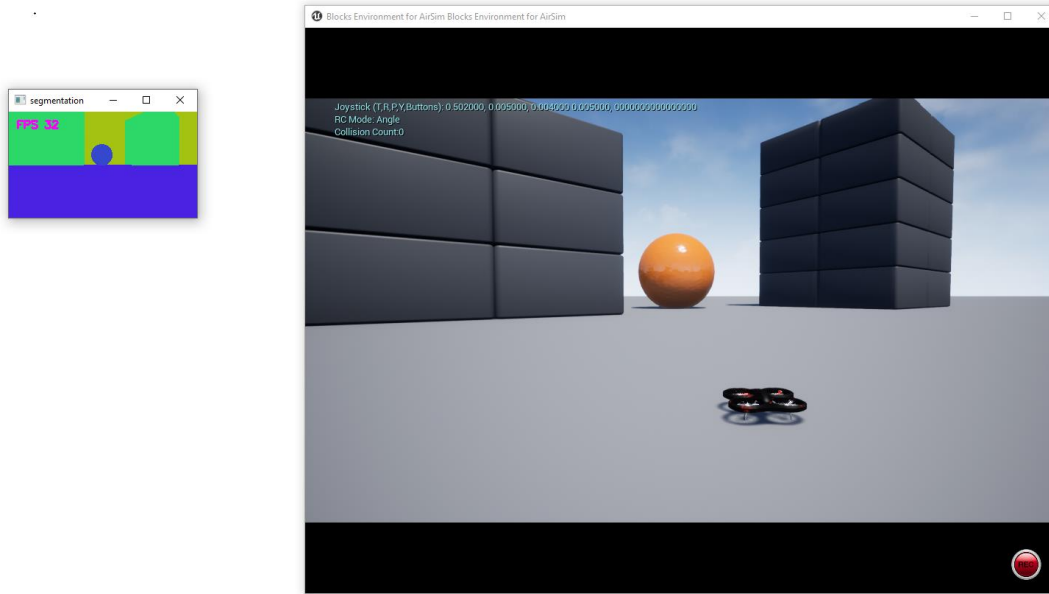
Segmentasyon kamerası görüş alanındaki farklı objeleri birbirinden ayırır.



Derinlik kamerasının Blocks ortamında örneği



Yüzey normalleri kamerasının Blocks ortamında örneği



Segmentasyon kamerasının Blocks ortamında örneği

```
33  
34 client = airsim.MultirotorClient()  
35
```

Airsim API iletişimini ağ üzerinden bir client objesi oluşturarak sağlar.

```
35  
36 fontFace = cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX  
37 fontScale = 0.5  
38 thickness = 2  
39 textSize, baseline = cv2.getTextSize("FPS", fontFace, fontScale, thickness)  
40 print(textSize)  
41 textOrg = (10, 10 + textSize[1])  
42 frameCount = 0  
43 startTime = time.time()  
44 fps = 0  
45
```

Kamera penceresi üzerine görüntünün saniyede kaç kare olduğunun bilgisini yazmak için gerekli ayarlamalar yapılır.

```

46 while True:
47     # because this method returns std::vector<uint8>, msgpack decides to encode it as a string unfortunately.
48     rawImage = client.simGetImage("0", cameraTypeMap[cameraType])
49     if (rawImage == None):
50         print("Camera is not returning image, please check airsim for error messages")
51         sys.exit(0)
52     else:
53         png = cv2.imdecode(airsim.string_to_uint8_array(rawImage), cv2.IMREAD_UNCHANGED)
54         cv2.putText(png, 'FPS ' + str(fps), textOrg, fontFace, fontScale, (255,0,255), thickness)
55         cv2.imshow(cameraType, png)
56
57         frameCount = frameCount + 1
58         endTime = time.time()
59         diff = endTime - startTime
60         if (diff > 1):
61             fps = frameCount
62             frameCount = 0
63             startTime = endTime
64
65         key = cv2.waitKey(1) & 0xFF
66         if (key == 27 or key == ord('q') or key == ord('x')):
67             break

```

Bir döngü içinde kameranın görseli API'dan alınır ve ayrı bir pencere üzerinde opencv kullanılarak gösterilir.

5. Çalışma Planı

Proje süresince uygulamayı düşündüğümüz çalışma planı aşağıdaki gibidir.

Haftalar	Yapılacaklar
1.Hafta	Uygulanacak yöntemin kesinleştirilmesi.
2.Hafta	Drone hareket algoritmalarının geliştirilmesi.
3.Hafta	Drone hareket algoritmalarının geliştirilmesi.
4.Hafta	Yönteme göre Lidar veya kamera donanımının eklenmesi.
5.Hafta	Yönteme göre Lidar veya kamera verilerinin uçuş sırasında toplanması.
6.Hafta	Elde edilen verilerin analiz edilecek kodların hazırlanması.
7.Hafta	Elde edilen verilerin analiz edilecek kodların hazırlanması.
8.Hafta	Bir nesnenin 3B modellemesinin gerçekleştirilmesi.
9.Hafta	Sonuçların değerlendirilmesi.
10.Hafta	Algoritmalarda gerekli iyileştirmelerin yapılması.
11.Hafta	Farklı cisimler üzerinde modellemenin test edilmesi.
12.Hafta	Algoritmalarda gerekli iyileştirmelerin yapılması.
13.Hafta	Nihai testlerin yapılması.
14.Hafta	Sonuçların raporlandırılması.

Kaynakça

- [1]Moons, Theo, Luc Van Gool, and Maarten Vergauwen. "3D reconstruction from multiple images part 1: Principles." Foundations and Trends in Computer Graphics and Vision 4.4 (2010): 287-404.
- [2]Lee, Jisang & Hong, Seunghwan & Cho, Hanjin & Park, Ilsuk & Cho, Hyounsig & Sohn, Hong-Gyoo. (2015). Accuracy Comparison Between Image-based 3D Reconstruction Technique and Terrestrial LiDAR for As-built BIM of Outdoor Structures. Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography. 33. 557-567. 10.7848/ksgpc.2015.33.6.557.
- [3]Fawad Ahmad, Christina Shin, Eugene Chai, Karthik Sundaresan, and Ramesh Govindan. ARES: Accurate, Autonomous, Near Real-time 3D Reconstruction using Drones arXiv: 2104.08634, 2021.
- [4]S. Nair, A. Ramachandran and P. Kundzicz, "Annotated reconstruction of 3D spaces using drones," 2017 IEEE MIT Undergraduate Research Technology Conference (URTC), 2017, pp. 1-5, doi: 10.1109/URTC.2017.8284202.
- [5]N. YASTIKLI Et Al. , "Fotogrametrik Harita ve LiDAR Verileri ile 3B Kent Modeli Üretimi," 16. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı , Ankara, Turkey, pp.1, 2017
- [6]N. Polat , "LiDAR verilerinin CSF algoritmasıyla filtrelenmesi ve Sayısal Arazi Modeli üretimi", Türkiye Lidar Dergisi, c. 1, sayı. 1, ss. 21-25, Ara. 2019
- [7]H. İ. Şenol , A. Y. Yiğit , Y. Kaya ve A. Ulvi , "İHA ve yersel fotogrametrik veri füzyonu ile kültürel mirasın 3 boyutlu (3B) modelleme uygulaması: Kanlıdivane Örneği", Türkiye Fotogrametri Dergisi, c. 3, sayı. 1, ss. 29-36, Haz. 2021, doi:10.53030/tufod.935920
- [8]A. Ulvi , M. Yakar , A. Y. Yiğit ve Y. Kaya , "İha Ve Yersel Fotogrametrik Teknikler Kullanarak Aksaray Kızıl Kilisenin 3b Modelinin Ve Nokta Bulutunun Elde Edilmesi", Geomatik, c. 5, sayı. 1, ss. 19-26, Nis. 2020, doi:10.29128/geomatik.560179

[9]Tercan, E. (2017). İNSANSIZ HAVA ARACI KULLANILARAK ANTİK KENT VE TARİHİ KERVAN YOLUNUN FOTOGRAMETRİK BELGELENMESİ: SARIHACILAR ÖRNEĞİ . Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi , 5 (3) , 633-642 . DOI: 10.21923/jesd.315232

[10]<https://wingtra.com/drone-photogrammetry-vs-lidar/>

[11]<https://evrimagaci.org/lidar-teknolojisi-nedir-nasil-calisir-nerelerde-kullanilir-10214>

[12]O. Muratov, Y. Slynko, V. Chernov, M. Lyubimtseva, A. Shamsuarov and V. Bucha, "3DCapture: 3D Reconstruction for a Smartphone," 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), 2016, pp. 893-900, doi: 10.1109/CVPRW.2016.116.

[13]S. Akyol ve A. Uçar , "Rp-Lidar ve Mobil Robot Kullanılarak Eş Zamanlı Konum Belirleme ve Haritalama", Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, c. 31, sayı. 1, ss. 137-143, Mar. 2019

[14]<https://geoslam.com/what-is-slam/>

[15]<http://wiki.ros.org/ROS/Introduction>

[16]<http://gazebosim.org/>

[17]<https://microsoft.github.io/AirSim/>

[18]Pulli, Kari & Baksheev, Anatoly & Korniyakov, Kirill & Eruhimov, Victor. (2012). Real-Time Computer Vision with OpenCV. Communications of the ACM. 55. 61-69. 10.1145/2184319.2184337.

[19]<https://docs.opencv.org/4.5.3/>